

Translation of the attached sheet (Japanese text portions only)
Background Art Information

Patent No./Publication	Inventor(s)/Author(s)	Date etc
Jpn. Pate. Appln. KOKAI Publication No. 2002-15479		
*Concise Explanation		
This document discloses the conventionally known trial writing method discussed in the prior art section of the specification of the present invention.		
Jpn. Pate. Appln. KOKAI Publication No. 9-17130		
*Concise Explanation		
This document discloses a general structure method of the PRML technique. The present invention is a further improved version of this technology.		
*Concise Explanation		
Prior Applications of Inventors or of Kabushiki Kaisha Toshiba (Assignee) Application No. Toshiba Reference Country Agent memo None in particular.		
Inventor(s)		
Signature & Date		

Patent engineer's comment on inventor's information or patent engineer's information		
Jpn. Pate. Appln. KOKAI Publication No. 2002-15479		
(SUZUYE'S COMMENT) This publication is referred to in the specification.		
*		
Checked by	Dated	
	Toshiba Reference	Japanese Agent's Ref sheet

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-15479

(P2002-15479A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002.1.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード (参考)
G 1 1 B 11/105	5 5 3	G 1 1 B 11/105	5 5 3 B 5 D 0 7 5
	5 8 1		5 8 1 H 5 D 0 9 0
	5 8 6		5 8 6 D 5 D 1 1 9
7/125		7/125	C
// G 1 1 B 7/0045		7/0045	B
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-193440 (P2000-193440)

(22) 出願日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 今井 貢

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

Fターム (参考) 5D075 AA03 BB04 CC05 CC22 CC23
CC28 EE03

5D090 AA01 BB10 CC06 DD03 EE02

KK03

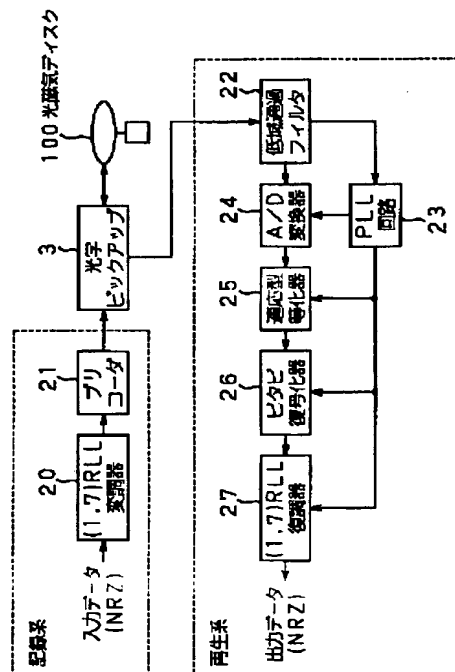
5D119 AA22 BA01 BB05 HA45

(54) 【発明の名称】 光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法、及び情報記録方法

(57) 【要約】

【課題】 光磁気ディスクに照射するレーザ光の記録パワーを高精度に設定する。

【解決手段】 PR法とRL法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスク100に対して光変調方式により情報信号を記録するときに、光磁気ディスク100におけるレーザ光パワー校正領域に対して試し書きを行う。この試し書きを行う際に用いる記録パターンとして、PR法における状態遷移が略々均等となるとともに、RL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 PR (Partial Response) 法と RLL (Run Length Limited) 法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録するときに、当該光磁気ディスクに照射するレーザ光の記録パワーを設定するに際して、上記光磁気ディスクにおけるレーザ光パワー校正領域に対して、上記 PR 法における状態遷移が略々均等となるとともに、上記 RLL 法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて 10 試し書きを行う試し書きステップと、上記試し書きステップにおける試し書きの結果に基づいて、レーザ光の記録パワーを設定する記録パワー設定ステップとを有することを特徴とする光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法。

【請求項 2】 上記試し書きステップにおいては、形成した記録マークを再生した信号におけるアシンメトリの変化を観察するに十分な長さの記録マークを含む記録パターンを用いることを特徴とする請求項 1 記載の光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法。 20

【請求項 3】 上記記録符号化方式として、PR (1, 2, 1) と 1-7 RLL とを組み合わせた記録符号化方式を用いるとともに、上記試し書きステップにおいて用いる記録パターンとしては、2T-2T-4T、又は 2T-2T-5T (ただし、T はビット間隔である。)を用いることを特徴とする請求項 1 記載の光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法。

【請求項 4】 PR (Partial Response) 法と RLL (Run Length Limited) 法とを組み合わせた記録符号化 30 方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録する情報記録方法において、上記光磁気ディスクにおけるレーザ光パワー校正領域に対して、上記 PR 法における状態遷移が略々均等となるとともに、上記 RLL 法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて試し書きを行う試し書きステップと、上記試し書きステップにおける試し書きの結果に基づいて、レーザ光の記録パワーを設定する記録パワー設定 40 ステップと、上記光磁気ディスクに対して、設定された記録パワーでレーザ光を照射することにより情報信号を記録する記録ステップとを有することを特徴とする情報記録方法。

【請求項 5】 上記試し書きステップにおいては、形成した記録マークを再生した信号におけるアシンメトリの変化を観察するに十分な長さの記録マークを含む記録パターンを用いることを特徴とする請求項 4 記載の情報記録方法。

【請求項 6】 上記記録符号化方式として、PR (1, 2, 1) と 1-7 RLL とを組み合わせた記録符号化方 50

式を用いるとともに、

上記試し書きステップにおいて用いる記録パターンとしては、2T-2T-4T、又は 2T-2T-5T (ただし、T はビット間隔である。)を用いることを特徴とする請求項 4 記載の情報記録方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、PR 法と RLL 法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録するときに、当該光磁気ディスクに照射するレーザ光の記録パワーの設定する設定方法に関する。また、このようにして情報信号を記録する情報記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 情報信号の書き換えが可能な記録媒体のひとつとして、光磁気ディスクが知られている。光磁気ディスクは、ディスク基板上に信号記録層を備えており、この信号記録層に対して、記録トラックに沿って情報信号の記録及び／又は再生 (以下、記録再生という。)が行われる。光磁気ディスクに対する記録方式としては、光変調方式と磁界変調方式とが知られている。

【0003】 これらの記録方式のうち、光変調方式では、所定の方向に磁化が揃えられて初期化された信号記録層に対して、一定のバイアスによる外部磁界を印加した上で、記録する情報信号に応じて変調されたパルス状のレーザ光を記録トラックに沿って照射する。これにより、レーザ光が照射されて昇温された部分の信号記録層に、外部磁界に対応した磁化方向とされた記録マークが形成され、記録が行われる。

【0004】 また、光磁気ディスクを再生する際には、光磁気ディスクの記録トラックに沿って、記録時よりも小さい出力でレーザ光を照射し、信号記録層に反射して戻ってくる戻り光を検出する。このとき、いわゆる磁気カー効果により信号記録層でレーザ光の偏光面が回転することから、戻り光の光量差を検出することによって信号記録層に形成された記録マークを検出し、再生が行われる。

【0005】 ところで、近年では、記録媒体の小型化・大容量化に対する要求が一層高まってきており、光磁気ディスクにおいても高記録密度化を達成することが重要となってきた。しかしながら、従来の光磁気ディスクは、レーザ光の出力を制御することにより記録マークの微小化を実現することが容易である一方で、この微小な記録マークを高い S/N で検出することが困難である。

【0006】 そこで、従来の光磁気記録方式における再生限界を打破するために、磁気超解像 (MSR: Magnetically induced Super Resolution) 方式による記録再生技術が提案されている。磁気超解像方式では、温度により磁気特性が異なる複数の磁性層を備えた信号記録層

3

を有する光磁気ディスクを用いることにより、照射するレーザ光のスポット径よりも幅狭の記録マークに対する再生を可能とされている。磁気超解像方式においては、光磁気ディスクにおける信号記録層の積層構造や、記録マークの再生方法などについて、様々な実現方法が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般に、光磁気ディスクに対して記録を行うときには、この光磁気ディスクに設けられたレーザ光パワー校正領域に対して¹⁰ 試し書きを行うことによって、記録時におけるレーザ光のパワー、すなわち記録パワーを決定している。この試し書きを行うときに用いる記録パターンは、実際に記録再生を行ったときに形成される記録マークのパターンと似せるために、様々な記録マーク長がランダムに含まれるパターン、いわゆるインクリメントパターン (Increment Pattern) が用いられている。

【0008】一般に、光磁気ディスクに対する記録再生には、PR (Partial Response) 法とRL (Run Length Limited) 法とを組み合わせた記録符号化方式が用い²⁰ られている。しかしながら、上述したように、インクリメントパターンを用いて試し書きを行うと、PR法における状態遷移に偏りが生じてしまい、ジッター値とエラーレートとの相関にずれが生じてしまうといった問題があった。

【0009】また、光磁気ディスクに対して記録再生を行うに際して、例えば、PR (1, 2, 1) と1-7RLとを組み合わせた記録符号化方式を用いる場合には、従来、試し書きを行う際に用いる記録パターンとして、3T (ただし、Tはビット間隔である。) の繰り返し³⁰ となるように記録マークを形成していた。しかしながら、1-7RLを用いる場合には、実際の情報信号の記録再生時に現れる記録マークは、2T〜8Tの長さで形成される。したがって、3Tの繰り返しパターンで試し書きを行うと、この試し書きパターンに実際の記録再生時に形成される記録マークのうちの比較的長い記録マークが含まれていないため、ジッターへの影響が鈍いものとなってしまう。

【0010】したがって、従来のような試し書き方法では、レーザ光の記録パワーを高精度に設定することが困⁴⁰ 難であり、記録再生時の信頼性が劣化してしまうといった問題があった。また、従来のような試し書き方法で信頼性を向上させるためには、試し書きを幾度も繰り返すことが必要となり、記録パワー設定時の処理に多くの時間がかかってしまうといった問題があった。

【0011】また、特に、光磁気ディスクに対して磁気超解像方式により記録再生を行う場合には、上述したように、信号記録層における磁気特性が温度に大きく依存するため、記録時に照射すべきレーザ光のパワーが、再生時に照射するレーザ光のパワーに大きく依存する。こ⁵⁰

4

のため、記録パワーを高精度に調整することが重要となる。したがって、レーザ光の記録パワーを高精度に設定することが困難であると、この磁気超解像方式による光磁気ディスクに対して安定して確実に記録再生を行うことができず、記録再生時における信頼性の劣化が顕著となってしまうといった問題があった。

【0012】そこで、本発明は、光磁気ディスクに対して情報信号を記録する際に、この光磁気ディスクに照射するレーザ光の記録パワーを高精度に設定することが可能な、光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法を提供することを目的とする。また、このような設定方法を用いて光磁気ディスクに対して情報信号を記録する情報記録方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法は、PR法とRL法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録するときに、当該光磁気ディスクに照射するレーザ光の記録パワーを設定する際に適用され、試し書きステップと、記録パワー設定ステップとを有する。試し書きステップにおいては、上記光磁気ディスクにおけるレーザ光パワー校正領域に対して、上記PR法における状態遷移が略々均等となるとともに、上記RL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて試し書きを行う。記録パワー設定ステップにおいては、上記試し書きステップにおける試し書きの結果に基づいて、レーザ光の記録パワーを設定する。

【0014】また、本発明に係る情報記録方法は、PR法とRL法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録する際に適用され、試し書きステップと、記録パワー設定ステップと、記録ステップとを有する。試し書きステップにおいては、上記光磁気ディスクにおけるレーザ光パワー校正領域に対して、上記PR法における状態遷移が略々均等となるとともに、上記RL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて試し書きを行う。記録パワー設定ステップにおいては、上記試し書きステップにおける試し書きの結果に基づいて、レーザ光の記録パワーを設定する。記録ステップにおいては、上記光磁気ディスクに対して、設定された記録パワーでレーザ光を照射することにより情報信号を記録する。

【0015】以上のような本発明に係る光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法、及び情報記録方法によれば、PR法における状態遷移に偏りが生じない記録パターンを用いて試し書きを行うことから、ジッター値とエラーレートとの相関にずれが生じてしまうことを抑制することができる。また、RL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パター

5

ンを用いて試し書きを行うことから、ジッターへの影響が鋭利となり、高精度に記録パワーを設定することができる。このようにして設定した記録パワーでレーザ光を照射して情報信号を記録することにより、安定して確実に記録再生を行うことが可能となり、記録再生時における信頼性を向上させることが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法、及び情報記録方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明 10は、PR (Partial Response) 法とRLL (Run Length Limited) 法とを組み合わせた記録符号化方式を用いて、光磁気ディスクに対して光変調方式により情報信号を記録する際に広く適用することができる。

【0017】まず、PR法とは、符号間干渉を許容して、隣接ビットからの干渉を整数比の関係にすることにより、識別点での干渉をゼロとしなくてもデータを判別できるようにした記録符号化方式である。例えば、従来から光磁気ディスクの記録再生に用いられているPR (1, 2, 1) においては、孤立波を等化後のサンプル 20値が、「・・・0, 0, 1, 2, 1, 0, 0, ・・・」となる。

【0018】また、RLL法とは、符号変調方式のひとつであり、情報ビット [1] 同士の間に挟まれたラン (Run: 情報ビット [0] の数) を制限する方式である。例えば、従来から光磁気ディスクの記録再生に用いられている1-7RLLにおいては、ランの数が1-7となるように制限を施す。すなわち、ビット間隔をTとすると、光磁気ディスクに形成される記録マーク長は、2T-8Tとなる。この場合、2ビットの情報が3ビット 30に変調されていることから、2-3変調とも称されている。

【0019】なお、本発明は、PR法やRLL法の詳細に限定されることなく、広く適用することができるが、以下の説明においては、記録符号化方式として、PR (1, 2, 1) と1-7RLLを採用した場合について説明する。

【0020】また、以下の説明では、図1に示すような記録再生装置1を用いて光磁気ディスク100に対する記録再生を行う場合に本発明を適用した場合について説 40明する。

【0021】記録再生装置1は、図1に示すように、光磁気ディスク100を所定の速度で回転駆動するスピンドルモータ2と、光磁気ディスク100に対してレーザ光を照射する光学ピックアップ3と、光磁気ディスク100に対して所定の磁界を印加するバイアスマグネット4と、光磁気ディスク100から読み出された信号の2値化を行う2値化部5と、記録再生を行う信号に対して各種処理を行う信号処理部6と、外部に接続されたホスト装置110との信号の入出力や各種信号のエンコード 50

6

／デコードを行うODC (Optical Disc Controller) 部7と、記録再生装置1全体の動作を制御する制御部8と、光学ピックアップ3により出力されるレーザ光の照射パワーを制御するパワー制御部9とを備える。

【0022】光学ピックアップ3は、例えばレーザダイオードなどの光源 (図1においては図示せず。) と、この光源から出射したレーザ光が光磁気ディスク100に反射して戻ってきた戻り光を検出する光検出部 (図1においては図示せず。) とを備えている。光検出部は、例えばフォトダイオードなどにより構成されており、光電変換及び電流電圧変換によって戻り光に応じた電圧信号を2値化部5とパワー制御部9とに出力する。また、光学ピックアップ3は、光検出部で検出した戻り光に基づいて、フォーカスサーボ信号やトラッキングサーボ信号を生成し、これらを信号処理部6に出力する。これらフォーカスサーボ信号及びトラッキングサーボ信号は、それぞれ、光磁気ディスク100に照射したレーザ光の光スポットの記録トラックに対するデフォーカス量やデトラッキング量を示す信号である。

【0023】また、光学ピックアップ3は、図示しない駆動機構により、光磁気ディスク100の径方向に移動自在とされており、光磁気ディスク100の任意の位置にレーザ光を照射することが可能とされている。

【0024】バイアスマグネット4は、光磁気ディスク100を介して光学ピックアップ3と対向する位置に配設されており、光磁気ディスク100に所定の強度のバイアス磁界を印加する。

【0025】2値化部5は、光磁気ディスク100に対して記録再生する情報信号に対し、PR法を用いて「0」と「1」との2値に符号化する処理を行う。2値化部5には、光磁気ディスク100の再生時に、この光磁気ディスク100からの戻り光に応じて光学ピックアップ3から出力される電圧信号に対して2値化処理を施し、信号処理部6及びODC部7に出力する。また、記録時には、信号処理部6から入力された信号に対して2値化処理を施し、処理後の信号を信号処理部6に出力する。

【0026】信号処理部6は、光学ピックアップ3から出力されるフォーカスサーボ信号及びトラッキングサーボ信号に基づき、光学ピックアップ3に対して、レーザ光のフォーカス制御及びトラッキング制御を行う。また、信号処理部6は、スピンドルモータ2に対するサーボ制御や、光学ピックアップ3を駆動する駆動機構の制御を行うことにより、光磁気ディスク100の回転数の制御、及び光学ピックアップ3の位置決め制御を行う。さらに、信号処理部6は、バイアスマグネット4により光磁気ディスク100に印加する磁界の大きさの制御、及び、パワー制御部9の動作を行う。

【0027】ODC部7は、外部に接続されたホスト装置110に対する各種信号の入出力を行う。また、OD

7

C部7は、光磁気ディスク100に対して記録再生を行う情報信号のエンコード/デコード処理を行う。さらに、ODC部7は、ホスト装置110から入力される光磁気ディスク100に対する記録再生の要求に応じて、2値化部5における動作モードの切り替えや、パワー制御部9でパルス波形を生成する際に用いる発光タイミングとしての記録用クロックの生成を行う。

【0028】制御部8は、記録再生装置1の各部に接続されており、各部の動作を制御することにより、記録再生装置1全体としての動作を集中して制御する機能を有する。制御部8は、例えばCPU (Central Processing Unit) やRAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) といった各種の半導体チップなどにより構成されており、例えばROMに記録された動作プログラムに従って、記録再生装置1全体の動作を制御する。

【0029】パワー制御部9は、光学ピックアップ3により出力されるレーザ光の照射パワーを制御する機能を有しており、記録再生を行う光磁気ディスク100の種類や特性に応じて照射パワーが最適となるように制御したり、光磁気ディスク100に対する記録動作及び再生動作、或いは初期化動作などの動作状況に応じて照射パワーが最適となるように制御する機能を有している。

【0030】ところで、本発明を適用した記録再生装置1では、PR法による入力信号の等化と、ビタビ復号化とを組み合わせた信号処理技術であるPRML (Partial Response Maximum Likelihood) を再生系に利用した場合に、特に有効である。PRMLを利用すると、光磁気ディスク1に記録マークとして記録されたデータをデコードする際に、その記録データのCHQとアシンメトリとを得ることができるからである。

【0031】CHQは、ジッターに相当し、再生系に入力された波形データが、どれだけPR波形からずれているかを示している。したがって、CHQを観察することにより、ビタビ復号化において誤ったデコードが発生する頻度を推量することができる。また、アシンメトリは、記録マークのDCオフセット比を示しており、記録時におけるレーザ光の照射パワー、すなわち記録パワーに依存する。

【0032】一般に、光磁気ディスクにおける記録符号化方式では、PR (1, 2, 1) と1-7RLLが広く利用されている。そこで、以下では、この場合を例に挙げて、CHQ (ジッター) とアシンメトリの詳しい説明を行う。

【0033】まず、記録再生装置1において、光磁気ディスク100に対して記録再生を行う情報信号の流れについて、図2を参照しながら説明する。なお、図2は、情報信号に対して施す各種処理を機能的に示すブロック図であり、各機能ブロックで示す処理は、例えば、図1に示した2値化部5、信号処理部6、或いはODC部7

8

などにおいて情報信号に対して施される。

【0034】図2に示すように、光磁気ディスク100に対して情報信号を記録する際には、記録再生装置1に入力されたNRZ (Non-Return-to-Zero) 方式のデータが、1-7RLL変調器20に入力される。1-7RLL変調器20は、入力されたデータに対して1-7RLL方式により符号変調を施し、プリコード21に出力する。プリコード21は、入力されたデータを、光磁気記録に適したNRZI (Non-Return-to-Zero Inverted) 方式のデータに変換し、このデータを光学ピックアップ3に出力する。光学ピックアップ3は、パワー制御部9により制御された記録パワーに基づいて、プリコード21から入力されたデータに応じて、レーザ光をパルス照射し、光磁気ディスク100に記録マークを形成する。

【0035】また、光磁気ディスク100に記録された情報信号を再生する際には、光学ピックアップ3が、検出した記録マークに応じた出力の再生信号を低域通過フィルタ22に入力する。低域通過フィルタ22は、入力された再生信号に含まれる高周波成分を除去し、PLL回路23とA/D変換器24とに出力する。PLL回路23は、入力された再生信号からクロック成分を抽出し、A/D変換器、適応型波形等化器25、ビタビ復号化器26、1-7RLL復調器27に対してクロック信号を分配する。

【0036】一方、A/D変換器24は、入力された再生信号に対してA/D変換を施し、適応型等化器25に出力する。適応型等化器25は、再生信号に対して、PR (1, 2, 1) により適応等化を施し、ビタビ復号化器26に出力する。ビタビ復号化器26は、入力された再生信号に対してビタビ復号化を施し、1-7RLL復調器27に出力する。1-7RLL復調器27は、入力された再生信号に対して1-7RLL方式により復調を施す。これにより、NRZ方式の出力データが得られる。

【0037】ところで、PR (1, 2, 1) は、記録時におけるデータ波形が非対称性を有していることから、一般的にPR (a, b, c) と表すことができる。ここで、ビタビ復号化を行う前のデータを $a_k = \{0, 1\}$ 、光磁気ディスク100に記録マークをマークエッジ方式で形成する場合の記録データを $b_k = \{0, 1\}$ とすると、これら a_k と b_k とは、以下の式1に示すような関係となる。

【0038】

【数1】

$$b_k = (a_k + b_k) \bmod 2 \quad \dots \text{式1}$$

【0039】また、このとき、記録マークを再生した時に得られるデータ、すなわちリードデータ y_k は、以下の式2に示すような関係を満足する。

【0040】

【数2】

$$y_k = a \times b_{k-2} + b \times b_{k-1} + c \times b_k \quad \cdots \text{式2}$$

【0041】したがって、ビタビ複合化により、このときの状態遷移は、6値4状態となる。しかしながら、符号変調方式として1-7RLIを用いることから、状態遷移は、図3に示すように、4値4状態となる。なお、図3中において、 C_{ijk} は y_k が取り得る値を示し、各々の状態から次の状態に遷移するときの振幅基準値を示している。また、 i, j, k は、それぞれ、 b_{k-2}, b_{k-1}, b_k を表している。

【0042】ここで、記録再生装置1に備えられる典型的なビタビ復号化器26の一例を、図4に示す。ビタビ復号化器26は、図4に示すように、BMC部30と、ACS部31と、SMU部32と、マージ部33とを備える。そして、各部には、PLL回路23からクロック信号が入力されている。

【0043】BMC部30には、適応型等化器25によってPR(1, 2, 1)で等化されたデジタル信号(入力信号 $z[k]$)が入力される。BMC部30は、この入力信号 $z[k]$ と振幅基準値 C_{ijk} とのユークリッド距離の20 相対値(ブランチメトリック)を計算し、ACS部31に出力する。このとき、BMC部30から出力されるブランチメトリックの値 b_{mijk} は、図3に示す C_{ijk} の値に応じて、以下の6値を取り得る。

$$b_{m000} = (z[k] - C_{000})^2$$

$$b_{m001} = (z[k] - C_{001})^2$$

$$b_{m011} = (z[k] - C_{011})^2$$

$$b_{m110} = (z[k] - C_{110})^2$$

$$b_{m100} = (z[k] - C_{100})^2$$

$$b_{m111} = (z[k] - C_{111})^2$$

ACS部31は、BMC部30から入力されるブランチメトリックと、これ以前に入力されたブランチメトリックとの総和であるパスメトリック $m_{jk}[k]$ を算出する。また、このパスメトリック $m_{jk}[k]$ から最尤パスを選択して、新たなパスメトリックを算出する。なお、 $m_{jk}[k]$ は、時刻 $t=k$ における、状態 S_{ij} のパスメトリックであり、どの状態からどの状態に遷移したかを示している。そして、ACS部31は、このパスメトリック $m_{jk}[k]$ から選択した最尤パスを示すセレクト信号をSMU部32に出力する。このとき、ACS部31により40 算出されるパスメトリック $m_{jk}[k]$ は、以下の4値を取り得る。なお、 $\min\{x, y\}$ は、値 x, y のうち小さい方を選択することを示す。

$$m_{10}[k] = m_{11}[k] + b_{m110}$$

$$m_{11}[k] = \min\{m_{11}[k-1] + b_{m111}, m_{01}[k-1] + b_{m011}\}$$

$$m_{01}[k] = m_{00}[k-1] + b_{m001}$$

$$m_{00}[k] = \min\{m_{00}[k-1] + b_{m000}, m_{10}[k-1] + b_{m100}\}$$

SMU部32は、図5に示すように、図3に示したビタ

ビ復号化における状態の数と同数のサブブロックを備える。すなわち、ここでは、4状態のビタビ復号化なので、4つのサブブロックSM00, SM01, SM11, SM10を備える。そして、SMU部32では、ACS部31から入力されたセレクト信号に応じて状態遷移が行われる。これらサブブロックSM00, SM01, SM11, SM10におけるパスの動きは、図3に示す状態遷移に対応している。

【0046】ここで、SMU部32における各サブブロックの内部は、図6及び図7に一例として示すように、 n 段のレジスタ構造とされている。なお、図6は、サブブロックSM00の構成を示し、図7は、サブブロックSM10の構成を示す。各レジスタは、状態数に対応するビット幅を有しており、この場合には2ビットである。そして、 k 段目のレジスタは、 k 時間前の入力に対する最尤の状態を示している。このとき、各サブブロックにおけるレジスタの段数 n が十分に大きい場合には、4つのサブブロックにおける n 段目のレジスタ値が一致する。

【0047】各サブブロックにおいて、 k 段目のレジスタは、その前段のサブブロックにおける $k-1$ 段目のレジスタからシフト入力される。例えば、サブブロックSM01, SM10における k 段目の入力は、それぞれ、サブブロックSM00, SM11における $k-1$ 段目のレジスタからシフト入力される。また、サブブロックSM11, SM00への入力は、ACS部31からのセレクト信号により決定する。

【0048】ここで、レジスタの段数 n 、すなわちパスの長さが十分に大きい場合には、 n 段目における4つのサブブロックのレジスタ値が全て一致するので、どの最終段のデータであっても復号することができる。図5に示す例では、サブブロックSM10からの出力値 $s_{m[k+n]}$ と $s_{m[k+n+1]}$ とをマージ部33に出力している。

【0049】マージ部33では、SMU部32から出力される値 $s_{m[k+n]}$ と $s_{m[k+n+1]}$ とを用いて復号を行う。この復号は、値 $s_{m[k+n]}$ から値 $s_{m[k+n+1]}$ への状態遷移に対応して行われる。

【0050】ビタビ復号化器26においては、以上で説明したように、適応型等化器25から入力信号の振幅基準値 C_{ijk} に応じて、この適応型等化器25におけるPR(パーシャルレスポンス)の状態を予想しながらビタビ復号化が行われる。

【0051】このように、記録再生装置1においては、振幅基準値 C_{ijk} が適応型等化器25におけるPRの状態を予想するための重要なパラメータとされている。しかしながら、この振幅基準値 C_{ijk} は、例えば、光磁気ディスク100における記録マークの形状や、レーザ光スポットのデフォーカス量などのような様々な要因によ

11

って変動してしまうという性質を有している。

【0052】そこで、ビタビ復号化器26では、振幅基準値 C_{ijk} に対して適応化制御を行い、変動を吸収する処理が施している。このような適応化制御の方法としては、振幅基準値 C_{ijk} を、入力信号 $z[k]$ の振幅と、このビタビ復号化器26における復号結果の組み合わせとに応じて逐次比較すること方法を挙げることができる。具体的には、以下で説明するようにして適応化制御を行う。

【0053】いま、入力信号 $z[k]$ に対して、ビタビ復 *10

$$C_{011} = a \times z[k] + (1-a) \times C_{011} \quad \dots \text{式3}$$

【0055】このようにして入力信号 $z[k]$ の更新を続けると、最終的に、振幅基準値 C_{ijk} は、入力信号 $z[k]$ の波形と同等になる。

【0056】ここで、更新された振幅基準値 C_{ijk} の結果から、アシンメトリ A_{sm} は、以下の式4に示すようにして定義することができる。なお、式4中の Amp ※

$$A_{sm} = \{ (C_{111} + C_{000}) / 2 - (C_{011} + C_{001} + C_{110} + C_{100}) / 4 \} / Amp \quad \dots \text{式4}$$

【0058】

【数5】

$$Amp = C_{111} - C_{000} \quad \dots \text{式5}$$

【0059】また、CHQ、すなわちジッターは、入力信号 $z[k+n]$ と、ビタビ復号化された時に適応化された振幅基準値 $C_{ijk[k+n]}$ との差の絶対値を総和したもので★

$$J_{tt} = \sum \{ abs(z[k+n] - C_{ijk[k]}) \} / Amp$$

【0061】したがって、記録再生装置1においては、ジッターとアシンメトリとが良好な状態を示していれば、安定して確実な記録再生が行われていることを意味する。そこで、本発明者は、これらジッターとアシンメトリとを良好な状態とするべく鋭意検討を重ねた末に、光磁気ディスク100におけるレーザ光パワー構成領域に対してレーザ光を照射して試し書きを行い、記録時のレーザ光の出力、すなわち記録パワーを設定するに際して、特定の記録パターンを選択して試し書きを行うことにより、これらジッターとアシンメトリとを良好な状態とすることができるという知見を得るに至った。

【0062】具体的には、試し書きを行う際に、PR法⁴⁰における状態遷移が略々均等となるとともに、RL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含むような記録パターンを用いる。これにより、ビタビ復号化器26に入力される入力信号 $z[k]$ の変化が好適となり、試し書きをしたときの記録マーク形状の善し悪しを確実に判断することができ、試し書き時の信頼性が向上する。したがって、高精度に記録パワーを設定することができる。

【0063】また、このようにして設定した記録パワーでレーザ光を照射して情報信号を記録することにより、⁵⁰

12

*号化を行った結果の最尤パスの遷移が、 $s_{m[k+n]} = 0$ 、 $s_{m[k+n+1]} = 1$ であったとすると、このときに対応する振幅基準値 C_{ijk} は、図3からも明らかであるとおり、 C_{011} である。そこで、以下の式3に示すようにして、入力信号 $z[k]$ に応じて振幅基準値 C_{ijk} に補正を施して更新する。ただし、式3中の a は、補正係数である。

【0054】

【数3】

※は、正規化するための振幅を示し、以下の式5に示すように表される。そして、アシンメトリ A_{sm} の値が良好であれば、光磁気ディスク100に形成された記録マークのマークエッジ形状が良好であることを示している。

【0057】

【数4】

²⁰★ある。したがって、ジッター J_{tt} は、以下の式6に示すように表される。そして、ジッター J_{tt} が小さければ、入力信号 $z[k]$ の波形状態や、ビタビ復号化の動作が良好であることを示している。

【0060】

【数6】

・・・式6

安定して確実に記録再生を行うことが可能となり、記録再生時における信頼性を向上させることが可能となる。したがって、例えば、記録マークを微細化して高記録密度化を図ることが容易となる。また、特に、磁気超解像方式により記録再生を行う場合のように、記録パワーを高精度に設定することが重要となる記録再生方式を用いる場合であっても、安定して確実に記録再生を行うことが可能となる。

【0064】以下では、本発明の利点について、さらに詳細に説明する。

【0065】従来から、光磁気ディスクに対する記録パワーを設定するために試し書きを行うに際しては、実際に記録再生を行ったときに形成される記録マークのパターンと似せるために、様々な記録マーク長がランダムに含まれるパターン、いわゆるインクリメントパターン(Increment Pattern)が用いられている。しかしながら、インクリメントパターンにより試し書きを行うと、アシンメトリの変化をある程度得ることができ、記録マークのマークエッジ形状の判断を行うことができるが、PR法における状態遷移に偏りが生じてしまい、ジッター値を正確に判断することができない。このため、ジッター値とエラーレートとの相関にずれが生じてしまい、

13

記録パワーを高精度に設定することが困難である。

【0066】また、従来から、例えばPR(1, 2, 1)と1-7RLIとを組み合わせた記録符号化方式を用いるに際して、試し書きを行うときに3Tの繰返しで記録マークを形成するような記録パターンが用いられている。しかしながら、このような記録パターンでは、アシンメトリの変化を期待することができず、記録マークのマークエッジ形状の判断を正確に行うことが困難である。言い換えると、記録パワーを高精度に設定することが困難である。

【0067】ところが、本発明では、PR法における状態遷移が略々均等となる記録パターンを選択して用いて試し書きを行うことにより、ジッターの値を正確に判断することが可能である。また、このとき、RLI法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを選択して用いて試し書きを行うことにより、アシンメトリの変化を大とすることができ、記録マークのマークエッジ形状の判断を正確に行うことが可能である。したがって、記録パワーを高精度に設定することができる。

【0068】なお、「RLI法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マーク」としては、形成した記録マークを再生したときに得られる信号のアシンメトリを観察するに十分な長さの記録マークとすればよい。具体的には、例えば1-7RLIを用いるとした場合に、ビット間隔をTとして、記録マークの長さは2T~8Tの範囲となるが、必ずしも7Tや8Tの長さの記録マークを含むような記録パターンを用いて試し書きを行う必要はなく、アシンメトリの変化を観察するに十分であれば4Tや5Tの長さであってもよい。

【0069】なお、このようにアシンメトリの変化を十分に観察することができる記録マークの長さは、光磁気ディスク100の線密度に応じて決定される。すなわち、光磁気ディスク100の線密度が粗であれば、例えば6Tや7Tなどのように、より長い記録マークを用いなければ、アシンメトリの変化を十分に観察することができないこととなる。したがって、本発明を適用するシステムにおいて、採用するPR法や光磁気ディスクの線密度に応じて、アシンメトリの変化を十分に観察することができる長さの記録マークを選択して用いるとすればよい。なお、「アシンメトリの変化を観察するに十分」とは、記録パワーの設定精度よりもアシンメトリの変化量が大きいことをいう。

【0070】また、本発明において、「PR法における状態遷移が略々均等となる記録パターン」としては、例えば図3に示したような状態遷移図において、各状態間の遷移パターンが出現する確率が、略々同程度となるような記録パターンを選べばよい。具体的には、例えば8Tなどの長い記録マークを用いると、状態S₀₀から再び状態S₀₀に戻るという遷移パターンや状態S₁₁から再び

14

状態S₁₁に戻るという遷移パターンが連続して出現してしまう。したがって、この場合には、他の遷移パターン、すなわち、状態S₁₀から状態S₀₀への遷移パターン、状態S₀₀から状態S₀₁への遷移パターン、状態S₀₁から状態S₁₁への遷移パターン、状態S₁₁から状態S₁₀への遷移パターンなども同程度の確率で出現するように、2Tや3Tなどの短い記録マークを含むような記録パターンを選択すればよい。

【0071】また、本発明に係る記録パターンとしては、例えば、PR(1, 2, 1)と1-7RLIとを組み合わせた記録符号化方式を用いるとした場合に、2T-2T-4T、又は2T-2T-5Tなる記録パターンを挙げることができる。このような記録パターンを用いることにより、PR(1, 2, 1)で等化を行ったときに状態遷移が略々均等となる。また、1-7RLIで用いられる記録マーク、すなわち2T~8Tの長さの記録マークのうち、4Tや5Tの長さの記録マークを含み、アシンメトリの変化を十分に観察することができる。

【0072】なお、本発明は、PR(1, 2, 1)と1-7RLIとを用いることに限定されるものではなく、PR法とRLI法とを組み合わせた記録符号化方式を用いる場合に広く適用することができる。このときには、用いるPR法やRLI法に応じて、このPR法における状態遷移が略々均等となるとともに、RLI法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて試し書きを行うとすればよい。

【0073】ここで、記録再生装置1を用いて、実際に本発明に係る方法により試し書きを行い、アシンメトリとを観察した結果について説明する。なお、以下では、光磁気ディスク100に対して、PR(1, 2, 1)と1-7RLIとを組み合わせた記録符号化方式を用いて記録再生するとし、試し書きを行うときの記録パターンとしては、2T-2T-4Tを用いるとした。

【0074】そして、光磁気ディスク100に対して記録時に照射するレーザ光の出力(記録パワー)と、再生時に照射するレーザ光の出力(再生パワー)とを変化させ、再生信号におけるアシンメトリを測定した。このときの測定結果を、図8に示す。なお、図8において、横軸は記録パワーを示し、縦軸は測定されたアシンメトリを示す。また、再生パワーに応じてプロットを行った。

【0075】また、同様にして、従来から用いられているようなインクリメントパターンを用いて試し書きを行い、再生信号におけるアシンメトリを測定した。このときの測定結果を図9に示す。

【0076】図8及び図9に示す結果から明らかであるように、2T-2T-4Tなる記録パターンで試し書きを行った場合の方が、インクリメントパターンで試し書きを行った場合と比較して、アシンメトリの傾きが急峻となっている。したがって、所定のアシンメトリ値が得られるように記録パワーを設定したときに、再生パワー

15

が多少変動した場合であっても、目的としたアシンメトリ値を確実に得ることができる。

【0077】また、図8及び図9に示す結果から明らかであるように、2T-2T-4Tなる記録パターンで試し書きを行った場合の方が、インクリメントパターンで試し書きを行った場合と比較して、再生パワーを変化させたときに得られるアシンメトリ値のばらつきが少ない。

【0078】以上の結果から、本発明を適用して試し書きを行い、記録パワーを設定することによって、記録パワーを高精度に設定することができることが判る。

【0079】

【発明の効果】以上で説明したように、本発明に係る光磁気ディスクに対する記録パワーの設定方法、及び情報記録方法によれば、PR法における状態遷移に偏りが生じない記録パターンを用いて試し書きを行うことから、ジッター値とエラーレートとの相関にずれが生じてしまうことを抑制することができる。また、RLL法で用いられる記録マーク長のうちで比較的長い記録マークを含む記録パターンを用いて試し書きを行うことから、ジッターへの影響が鋭利となり、高精度に記録パワーを設定することができる。このようにして設定した記録パワーでレーザ光を照射して情報信号を記録することにより、安定して確実に記録再生を行うことが可能となり、記録再生時における信頼性を向上させることが可能となる。したがって、例えば、記録マークを微細化して高記録密度化を図ることが容易となる。また、特に、磁気超解像方式により記録再生を行う場合のように、記録パワーを高精度に設定することが重要となる記録再生方式を用いる場合であっても、安定して確実に記録再生を行うことが可能となる。

*

16

*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用して光磁気ディスクに記録再生を行う記録再生装置の一構成例を示す概略ブロック図である。

【図2】同記録再生装置における情報信号の流れを説明する機能ブロック図である。

【図3】同記録再生装置において、PR(1, 2, 1)と1-7RLLを用いた場合における再生信号の状態遷移を示す状態遷移図である。

【図4】同記録再生装置におけるビタビ復号化器の一構成例を示す概略ブロック図である。

【図5】同ビタビ復号化器におけるSMU部の一構成例を示す概略ブロック図である。

【図6】同SMU部におけるサブブロックSM00のレジスタ構造の一構成例を示す概略回路図である。

【図7】同SMU部におけるサブブロックSM10のレジスタ構造の一構成例を示す概略回路図である。

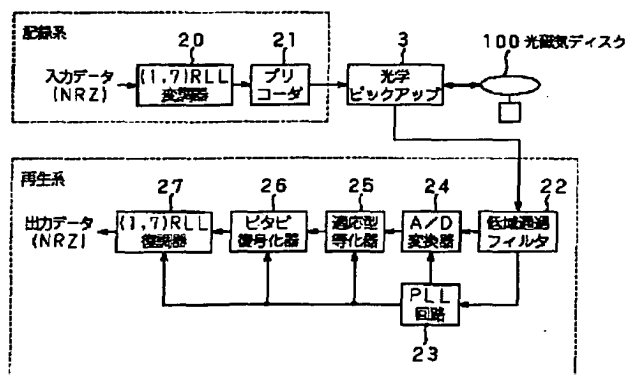
【図8】本発明を適用した記録パターンによって光磁気ディスクに対する記録再生を行った場合に測定されたアシンメトリを示す図である。

【図9】従来から用いられている記録パターンによって光磁気ディスクに対する記録再生を行った場合に測定されたアシンメトリを示す図である。

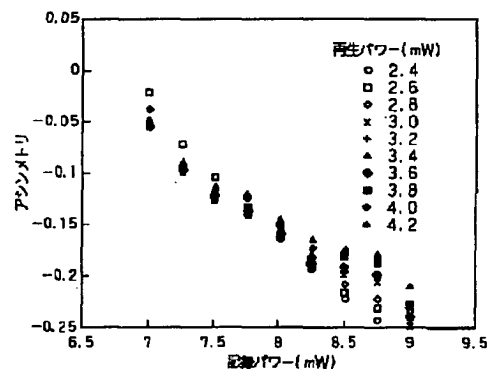
【符号の説明】

1 記録再生装置、2 スピンドルモータ、3 光学ピックアップ、20 1-7RLL変調器、21 プリコーダ、22 低域通過フィルタ、23 PLL回路、24 A/D変換器、25 適応型等化器、26 ビタビ復号化器、27 1-7RLL復調器、100 光磁気ディスク

【図2】

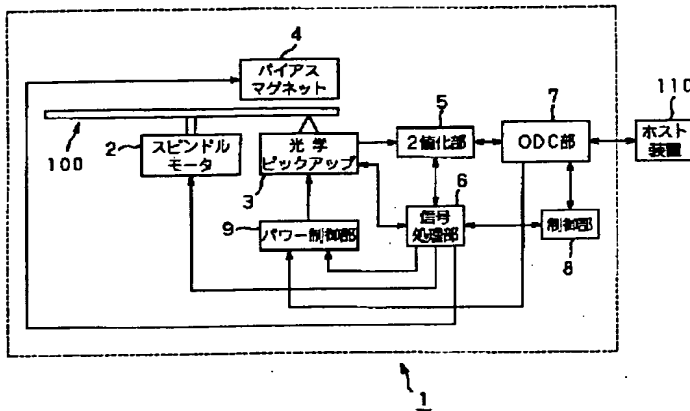


【図8】

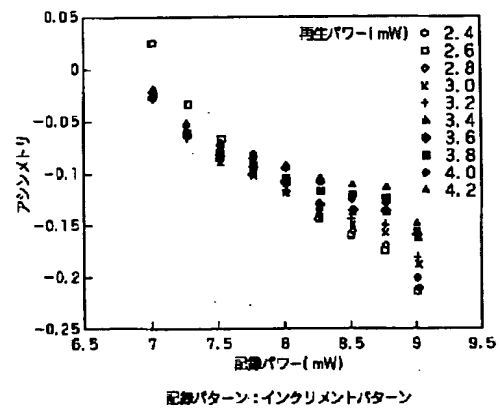


記録パターン: 2T-2T-4T

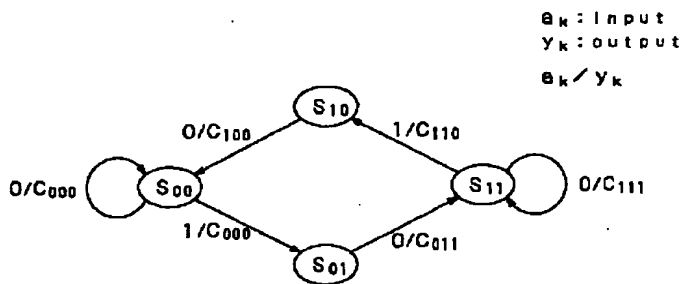
【図1】



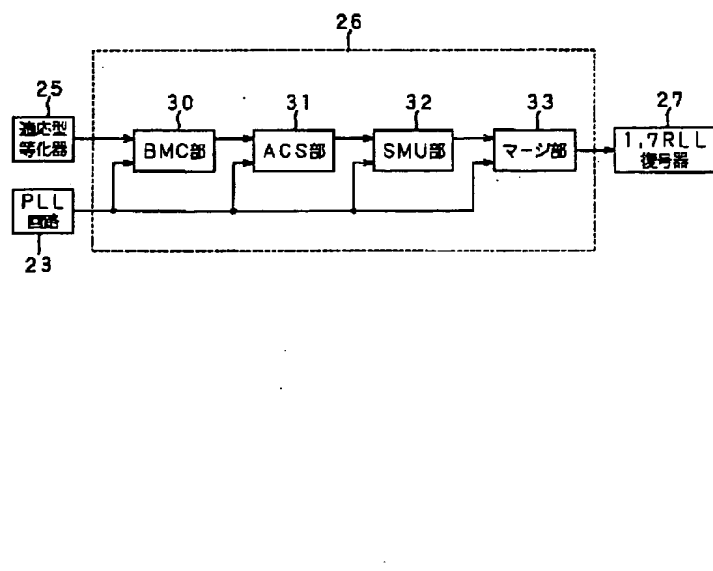
【図9】



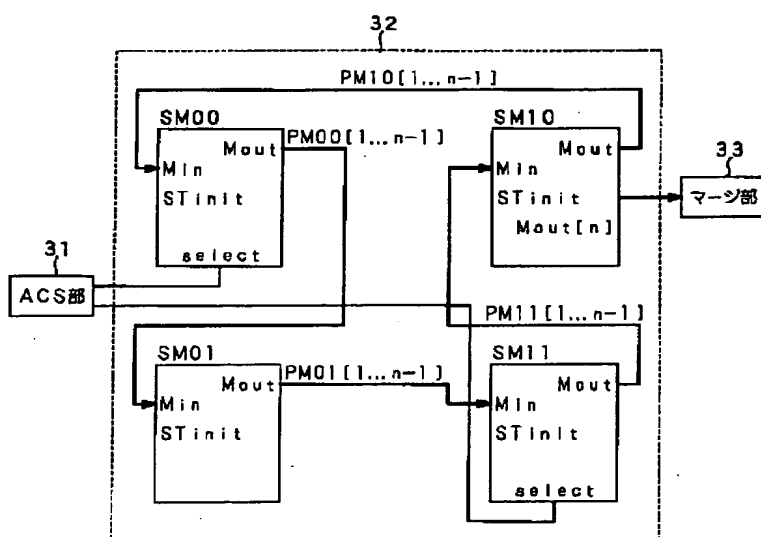
【図3】



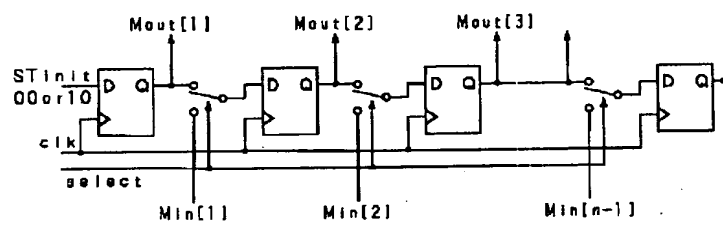
【図4】



【図5】

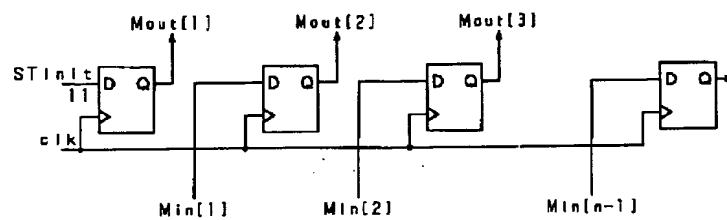


【図6】



SM00のレジスタ構造

【図7】



SM10のレジスタ構造